

УДК 597:639.211.3 (470.22)

## РЫБНОЕ НАСЕЛЕНИЕ СЯМОЗЕРА В РАЙОНЕ ФОРЕЛЕВОГО ХОЗЯЙСТВА

Н. П. Мильячук<sup>1</sup>, Н. В. Ильмаст<sup>1</sup>, О. П. Стерлигова<sup>1</sup>,  
Е. Н. Распутина<sup>1</sup>, И. В. Филатов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт биологии КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», Петрозаводск, Россия

<sup>2</sup> Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия

Изучены видовой состав и биологические показатели рыб оз. Сямозеро (Республика Карелия) в районе расположения садков по выращиванию радужной форели. Подтверждено, что основными источниками загрязнения водоемов с товарным выращиванием радужной форели являются биогенные элементы (азот и фосфор) и продукты метаболизма рыб, что приводит к усилению процессов эвтрофирования. Установлено, что функционирование форелевого хозяйства способствовало структурным изменениям в рыбном населении озера. В районе рыбоводной фермы ранее самой массовой рыбой была ряпушка *Coregonus albula*, в настоящее время преобладают плотва *Rutilus rutilus*, окунь *Perca fluviatilis* и ерш *Gymnocephalus cernuus*. За период исследований выявлены существенные различия в биомассе скоплений рыб в водоеме. Показано, что индексы плотности рыб в районе садковых линий в 1,5 раза выше по сравнению с открытыми участками озера. Вероятно, одной из ключевых причин агрегирования местных видов рыб у садков является потребление ими форелевого корма. Также определено, что линейный и весовой темп роста плотвы, окуня и ерша у садков значительно выше, чем в отдаленных участках исследуемого водоема, что также связано с дополнительным питанием рыб остатками форелевого корма, вымываемого из садков.

**Ключевые слова:** озерные экосистемы; иктиофауна; товарное рыбоводство; эвтрофирование; Республика Карелия.

**N. P. Milyanchuk, N. V. Ilmast, O. P. Sterligova, E. N. Rasputina,  
I. V. Filatov. THE FISH POPULATION OF LAKE SYAMOZERO NEAR  
A TROUT FARM**

The species composition and biological parameters of fish from Lake Syamozero areas (Republic of Karelia) near rainbow trout farming cages were studied. Evidence was found that the main pollutants in waters harboring commercial rainbow trout farming facilities are nutrients (nitrogen and phosphorus) and excreted fish metabolites, which promote eutrophication. Our study showed that operations of the trout farm have induced structural modifications in the lake's fish population. The most abundant fish species in the current aquaculture area used to be the vendace *Coregonus albula*, whereas now there prevail the roach *Rutilus rutilus*, perch *Perca fluviatilis* and ruffe *Gymnocephalus cernuus*. Significant variations were observed in the biomass of fish aggregations across the lake during the study period. Fish density indices near cage lines were 1.5-fold higher than in open water areas. One of the main presumable reasons for local fish species to aggregate near cages is to feed on trout fodders. We also noted that the rates of length

and weight increment in roach, perch and ruffe around the cages were significantly higher than in remote parts of the lake, which is also due to additional dietary supply of trout fodder residues washed out of the cages.

**Keywords:** lake ecosystems; fish fauna; commercial fish farming; eutrophication; Republic of Karelia.

## Введение

Известно, что водные экосистемы подвергаются влиянию как климатических (изменения водного режима, температуры), так и антропогенных (промысел, техногенное загрязнение, вселение чужеродных видов, использование водоемов для рыбоводства) факторов [Решетников и др., 1982; Алимов и др., 2004; Павлов, Стриганова, 2005; Sterligova, Ilmast, 2009; Kriksunov et al., 2011; Dgebuadze, 2014; Ilmast, Sterligova, 2016].

Сокращение запасов и резкое падение промысла ценных видов рыб привели к интенсификации деятельности, направленной на разработку биотехники их выращивания. В Карелии одним из таких способов является садковое форелеводство. Промышленным выращиванием радужной форели *Parasalmo mykiss* (Walb.) в регионе начали заниматься в 1980-е годы [Арендоренко, 1984; Рыжков, 2002; Китаев и др., 2005], и к настоящему времени объемы ее производства превысили 20 тыс. т в год. Карелия лидирует в России по товарному выращиванию радужной форели (около 70 %). При этом правительство республики к 2022 г. планирует увеличить объемы производства рыбы до 30–35 тыс. т в год.

Успешному развитию рыбоводства способствуют обилие водных ресурсов, благоприятные климатические условия региона, наличие транспортных сетей и квалифицированных кадров [Рыжков, 2002; Китаев и др., 2006]. При умеренной цене на рыбу и за довольно короткий срок (1,5 года) садковое рыбоводство позволяет получать качественную товарную продукцию и высокую прибыль. В настоящее время в республике действует 60 форелевых хозяйств.

Анализ рыбоводных работ в Карелии показал, что она является северной границей выращивания радужной форели с естественным ходом температур. Отмечаются успешные попытки ее выращивания в садках в прибрежной зоне Белого и Баренцева морей [Альтов, Воробьева, 2006].

Известно, что по силе загрязнения естественных водоемов постройка каждой рыбной фермы равносильна вводу в действие

маленькой фабрики или завода. От форелевых хозяйств в озера в значительном количестве поступают корм, продукты метаболизма, лекарственные препараты, поэтому значительное увеличение промышленного разведения форели в северном регионе может привести и уже приводит к быстрому эвтрофированию озер [Китаев и др., 2006; Стерлигова и др., 2018].

Особенно чувствительными к негативному воздействию человека являются геологически молодые водные экосистемы Европейского Севера. Всевозрастающее использование естественных водоемов в рыбоводных целях вызывает нарушение гидрологического, гидрохимического и гидробиологического режимов водных экосистем [Кучко, 2004].

Установлено, что товарное выращивание форели требует проведения комплексных наблюдений для оценки состояния водоемов при их эксплуатации [Китаев и др., 2006; Стерлигова и др., 2018].

Деятельность рыбоводных хозяйств оказывает влияние и на аборигенную ихтиофауну водоемов Карелии [Рыжков и др., 2014; Онищенко и др., 2016 и др.]. При этом научных работ по данному направлению крайне мало.

Цель настоящей работы – исследовать структуру и динамику рыбного населения оз. Сямозеро (губа Сяргилахта) в условиях активного ведения товарного рыбоводства.

## Материалы и методы

Сбор ихтиологического материала осуществлялся в 2014–2018 гг. в Сяргилахтинском заливе оз. Сямозеро. Пробы брали непосредственно в районе расположения садковых линий и на удаленных от них участках (около 2–3 км). Для опытного лова рыбы использовали жилковые сети (ячей 15–40 мм) длиной 30 м и высотой 1,8 м. Сетные порядки выставлялись на разных глубинах, время экспозиции 12 часов. Обработку ихтиологического материала проводили по стандартным методикам [Чугунова, 1959; Правдин, 1966; Дгебуадзе, Чернова, 2009]. У рыб определяли: длину, массу тела, пол, степень зрелости гонад. Для изучения возраста рыб брали чешую, жаберные крышки (operculum) и отоциты. При сравнении числен-

Основные лимнологические показатели Сямозера (летний период)

The main limnological indicators of Lake Syamozero (summer period)

Показатель Index	Годы Years			
	1951–1955*	1974*	1990–2000**	2012–2018***
Площадь озера, км <sup>2</sup> Lake area, km <sup>2</sup>	266	256	256	256
Средняя глубина, м Average depth, m	6,7	6,0	6,0	6,0
Прозрачность, м Transparency, m	2,6–4,6	0,7–3,0	0,5–3,5	0,9–3,8
pH	6,2–7,4	6–7	6,4–7,3	6,2–7,3
Содержание O <sub>2</sub> , мг/л (поверхность / дно) O <sub>2</sub> content, mg/l (surface / bottom)	9,8/6,3	8,4/4,0	8,5/4,0	8,8/3,1
Свободный CO <sub>2</sub> , мг/л (поверхность / дно) Free CO <sub>2</sub> , mg/l (surface / bottom)	1,3/4,4	1,5/8,5	1,4/7,0	1,6/7,1
Суммарный азот, мг/л Total nitrogen, mg/l	0,07–0,40	0,40–0,86	0,20–0,72	0,32–0,60
Суммарный фосфор, мг/л Total phosphorus, mg/l	Следы	0,002–0,003	0,02–0,14	0,02–0,10
Биомасса фитопланктона, г/м <sup>3</sup> Phytoplankton biomass, g/m <sup>3</sup>	–	2,8	3,8	2,5
Биомасса бентоса, г/м <sup>2</sup> Benthos biomass, g/m <sup>2</sup>	2,1	1,9–3,8	1,0–4,0	1,8–2,5

Примечание. \* – Решетников и др., 1982; \*\* – Современное..., 1998; Стерлигова и др., 2002; \*\*\* – Стерлигова и др., 2018.

Note. \* – Reshetnikov et al., 1982; \*\* – Current..., 1998; Sterligova et al., 2002; \*\*\* – Sterligova et al., 2018.

ности рыб в различных зонах отлова использовали индексы обилия, представляющие собой величину улова на единицу промыслового усилия.

Статистическая обработка материала проводилась с использованием соответствующих руководств [Урбах, 1964; Лакин, 1990] и пакета программ Statgraphics 5.0.

Сямозеро расположено в южной части Республики Карелия (61°55' с. ш., 33°11' в. д.), площадь водной поверхности равна 260 км<sup>2</sup>, наибольшая длина 24,6 км, ширина 15,1 км. Максимальная глубина озера 24,5 м, средняя 6 м. Показатель условного водообмена составляет 0,24, т. е. водная масса озера заменяется водой с водосбора 1 раз в 4 года (табл.). По цветности воды (37–41°) озеро можно отнести к мезогумусному классу, по содержанию фосфора – к мезотрофному типу [Озера..., 2013]. Анализ многолетних исследований (более 80 лет) свидетельствует, что водоем претерпел значительные изменения в гидрологическом, гидрохимическом, гидробиологическом режиме в связи с антропогенным воздействием [Смирнов, 1939; Вебер и др., 1962; Решетников и др., 1982; Стерлигова и др., 2002, 2016].

## Результаты и обсуждение

До 1962 г. ихтиофауна Сямозера была представлена 21 видом рыб [Смирнов, 1939; Вебер и др., 1962]. В 1979 г. она пополнилась еще тремя видами – корюшкой *Osmerus eperlanus* (L.), пелядью *Coregonus peled* (Gmel.) и угрем *Anguilla anguilla* (L.) [Титова, Стерлигова, 1977]. В настоящее время в озере обитает 19 видов рыб [Стерлигова и др., 2002]. В водоеме не обнаружены хариус *Thymallus thymallus* (L.), пелядь, угорь, голавль *Leuciscus cephalus* (L.) и голянь *Phoxinus phoxinus* (L.).

Данные промысловой статистики свидетельствуют о значительных колебаниях рыбопродуктивности водоема. Общая ихтиомасса всех видов рыб в 1950-е годы оценивалась в 1800 т, или 67 кг/га; в 1970-е – 3000 т, или 113 кг/га. Реальная продукция (вылов) в 1940–50-е годы составляла 13–14 кг/га, в 1980–90-е – 19–21 кг/га [Стерлигова и др., 2002].

Исследование состояния ихтиофауны было выполнено в южной части водоема (залив Сяргилахта). Ранее этот залив являлся местом нереста ряпушки *Coregonus albula* (L.), которая и была наиболее массовым видом. В настоя-

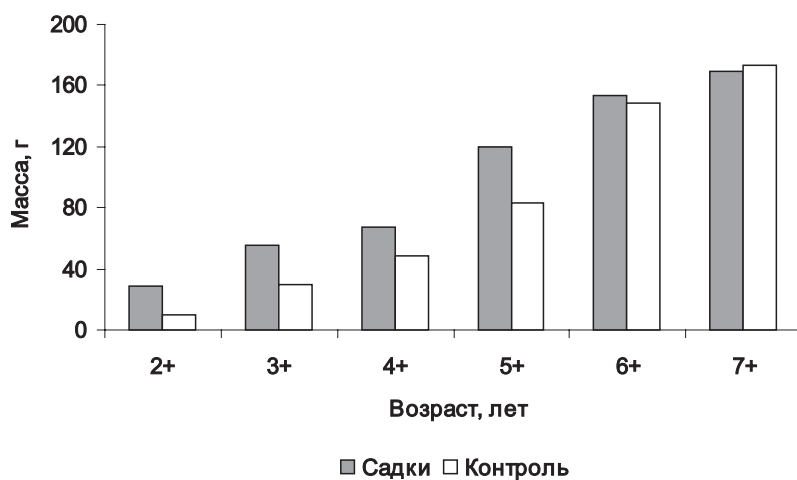


Рис. 1. Весовой рост окуня Сямозера

Fig. 1. Weight increment of perch in Lake Syamozero

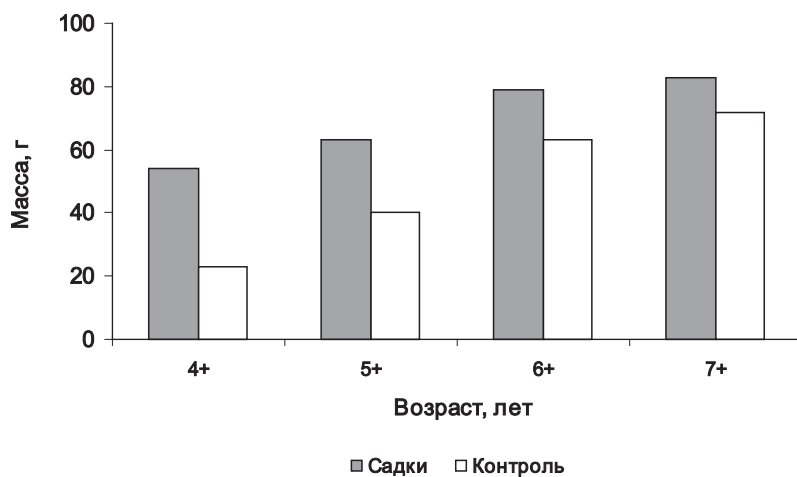


Рис. 2. Весовой рост плотвы Сямозера

Fig. 2. Weight increment of roach in Lake Syamozero

щее время в заливе в районе форелевого хозяйства преобладают окунь *Perca fluviatilis* L., плотва *Rutilus rutilus* (L.) и ерш *Gymnocephalus cernuus* (L.).

Окунь в водоеме встречается повсеместно. Мелкий окунь населяет мелководные губы, заросшие водной растительностью. Более крупные особи предпочитают луды в центральной части озера. Нерест окуня начинается в конце мая и продолжается до конца июня. Половозрелым окунь становится на третьем году жизни (2+) при длине 11–12 см и массе 20–30 г. Возрастной состав уловов был представлен шестью возрастными группами (от 2+ до 7+), доминировали четырех- и пятилетки (65%). Рыбы в возрасте от 2+ до 5+ имели более высокие линейно-весовые показатели по сравнению с особями, выловленными в центральной акватории водоема (рис. 1).

Плотва – массовый вид в водоеме. Распределение плотвы меняется в зависимости от сезонов года. Наибольшие скопления наблюдаются в весенне-летний период в местах нереста. В период нагула плотва обитает в мелководных губах, имеющих богатую водную растительность. Половой зрелости в условиях Сямозера достигает на четвертом году жизни при средней длине 11 см и массе 18 г. Возрастной состав уловов плотвы в районе садкового хозяйства был представлен особями от пяти до восьми лет, доминировали 6–7-летки (около 70%). Длина рыб варьировала от 9 до 19 см, масса – от 13 до 27 г. Анализ роста показал, что в районе форелевого хозяйства плотва по сравнению с рыбами, обитающими в центральной акватории водоема, растет быстрее, так как перешла на питание форелевым кормом, что ей совершенно не свойственно (рис. 2). Это отразилось

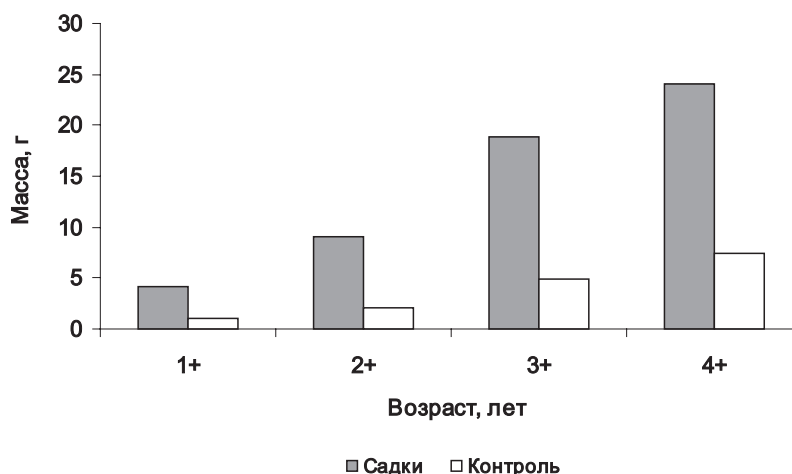


Рис. 3. Весовой рост ерша Сямозера

Fig. 3. Weight increment of ruffe in Lake Syamozero

на физиологическом состоянии плотвы (обводненность, пониженный тургор мышц), рыбы имели неприятный запах.

Ерш – широко распространен в Сямозере. Встречается как в прибрежной, так и в центральной части водоема. Половой зрелости достигает в 2–3 года при длине 4–6 см и массе 1,5–2,5 г. Быстрое созревание в раннем возрасте и высокая плодовитость позволяют ершу поддерживать большую численность и биомассу в водоеме. В опытных уловах ерш был представлен четырьмя возрастными группами (от 2+ до 5+), преобладали трех- и четырехлетки (70 %). Рыбы всех возрастных групп в районе садковых линий растут быстрее (рис. 3). Так, если раньше ерш в возрасте 8 лет при длине тела в 10 см весил 20 г, то в настоящее время такую длину и массу он имеет в возрасте 4 года.

Для характеристики пространственно-временной картины распределения рыб использовались индексы плотности, в качестве которых рассматривались уловы на единицу промыслового усилия. Мерой последнего являлся улов (экз.), полученный за единицу времени (час) на единицу площади (1000 м<sup>2</sup>) сетного полотна. Анализ индексов плотности рыб (плотва, окунь, ерш) в районе садковых линий показал, что в придонном слое его величина составила 0,532 экз./м<sup>2</sup> × ч × 10<sup>3</sup>, в контрольном участке – 0,332 соответственно.

## Заключение

Таким образом, анализ результатов исследований свидетельствует, что в районе размещения форелевых садковых линий в оз. Сямозеро рыбное население представлено главным образом весеннерестующими карповыми

и окуневыми (более 90 %) видами. Влияние деятельности форелевой фермы в водоеме выражается в увеличении концентрации биогенных веществ, что приводит к усилению процессов эвтрофирования. Источником этих веществ являются корм и продукты метаболизма рыб. В ходе исследований установлены существенные различия в биомассе скоплений в зависимости от расположения фермы. Непрерывно поступающий доступный корм с рыболовной фермы является основной причиной формирования скоплений рыб у садков. Также установлено, что линейный и весовой темп роста рыб у садков значительно выше, чем в отдаленных участках исследуемого водоема. Это связано с дополнительным питанием рыб в основном остатками форелевого корма, вымываемого из садков. При этом переход плотвы на несвойственное ей питание (форелевый корм) привел к ухудшению ее физиологических показателей.

Установлено, что функционирование форелевого хозяйства оказывает влияние на гидрохимический, гидробиологический режим и рыбное население Сямозера. Предпочтительно оно для рыб с весенним нерестом, питающихся в основном бентосными организмами (плотва, окунь, ерш). Ряпушка с осенним нерестом и потребляющая в пищу в основном зоопланктон в местах с форелевыми садками практически не встречается.

*Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (0218-2019-0081), Программы Президиума РАН «Биоразнообразии природных систем и биологические ресурсы*

России» (проект № 0221-2018-0002) и проекта РФФИ № 18-04-00163а.

## Литература

Алимов А. Ф., Богуцкая Н. Г., Орлова М. И., Зайцев В. Ф., Резник С. Я. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2004. 436 с.

Альтов А. В., Воробьева Н. К. Аквакультура Заполярья и возможные пути ее интенсификации // Рыбное хозяйство. 2006. № 1. С. 68–71.

Арендоренко Г. А. Форелеводство в Карелии и пути его развития в бассейне Онежского озера // Биологические основы рационального использования рыбных ресурсов Онежского озера и повышение его рыбопродуктивности. Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1984. Вып. 216. С. 69–73.

Вебер Д. Г., Кожина Е. С., Потапова О. И., Титова В. Ф. Материалы по биологии основных промысловых рыб Сямозера // Тр. Сямозерской комплексной экспедиции. 1962. Т. 2. С. 82–113.

Дгебуадзе Ю. Ю., Чернова О. Ф. Чешуя костистых рыб как диагностическая и регистрирующая структура. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2009. 315 с.

Китаев С. П., Ильмаст Н. В., Михайленко В. Г. Кумжи, радужная форель, голец и перспективы их использования в озерах Северо-Запада России. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. 108 с.

Китаев С. П., Ильмаст Н. В., Стерлигова О. П. Методы оценки биогенной нагрузки от форелевых ферм на водные экосистемы. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. 40 с.

Кучко Я. А. Влияние форелевого хозяйства на сообщества зоопланктона озерно-речной системы: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2004. 26 с.

Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.

Озера Карелии. Справочник / Ред. Н. Н. Филатов, В. И. Кухарев. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. 464 с.

Онищенко Н. А., Онищенко И. Н., Шустов Ю. А., Дзюбук И. М., Мамонтова О. В., Ключкина Е. А. Особенности роста речного окуня (*Perca fluviatilis* L.) в зоне садков форелевого хозяйства (Республика Карелия) // Ученые записки ПетрГУ. 2016. № 42(157). С. 59–63.

Павлов Д. С., Стриганова Б. Р. Биологические ресурсы России и основные направления фундаментальных исследований // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2005. С. 4–20.

Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-ть, 1966. 376 с.

Решетников Ю. С., Попова О. А., Стерлигова О. П., Титова В. Ф., Бушман Л. Г., Иешко Е. П.,

Макарова Н. П., Малахова Р. П., Помазовская И. В., Смирнов Ю. А. Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого водоема. М.: Наука, 1982. 248 с.

Рыжков Л. П. Состояние и возможности аквакультуры на Европейском Севере // Проблемы воспроизводства, кормления и борьбы с болезнями рыб при выращивании в искусственных условиях. Петрозаводск: ПетрГУ, 2002. С. 14–21.

Рыжков Л. П., Онищенко И. Н., Онищенко Н. А., Шустов Ю. А. Особенности распределения аборигенных озерных рыб в зоне влияния форелевой фермы // Ученые записки ПетрГУ. 2014. № 2(139). С. 23–29.

Смирнов А. Ф. Рыболовство на Сямозере // Тр. Карельского государственного педагогического института. 1939. Т. 1. С. 127–168.

Современное состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1992–1997 гг. / Ред. Н. Н. Филатов, Т. П. Куликова, П. А. Лозовик. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1998. 188 с.

Стерлигова О. П., Павлов В. Н., Ильмаст Н. В., Павловский С. А., Комулайн С. Ф., Кучко Я. А. Экосистема Сямозера (биологический режим, использование). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2002. 119 с.

Стерлигова О. П., Ильмаст Н. В., Савосин Д. С. Круглоротые и рыбы пресных вод Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2016. 224 с.

Стерлигова О. П., Ильмаст Н. В., Кучко Я. А., Комулайн С. Ф., Савосин Е. С., Барышев И. А. Состояние пресноводных водоемов Карелии с товарным выращиванием радужной форели в садках. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2018. 127 с.

Титова В. Ф., Стерлигова О. П. Ихтиофауна // Сямозеро и перспективы его рыбохозяйственного использования. Петрозаводск: Карельск. фил. АН СССР, 1977. С. 125–185.

Урбах В. Ю. Биометрические методы. М.: Наука, 1964. 415 с.

Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: АН СССР, 1959. 162 с.

Dgebuadze Yu. Yu. Invasions of alien species in Holarctic: some results and perspective of investigations // Russ. J. Biol. Invasions. 2014. Vol. 5, no. 2. P. 61–64.

Ilmast N. V., Sterligova O. P. Results of introduction of new fish species into Lake Munozero (southern Karelia) // Russ. J. Biol. Invasions. 2016. Vol. 7, no. 4. P. 333–339.

Kriksunov E. A., Bobyrev A. E., Burmenskii V. A. Resource availability and its role in development of invasion processes // Biol. Bull. Rev. 2011. Vol. 1, no. 1. P. 57–70.

Sterligova O. P., Ilmast N. V. Species-colonizers in the water systems of Karelia // J. Ichthyol. 2009. Vol. 49, no. 4. P. 331–338.

Поступила в редакцию 01.08.2019

## References

Alimov A. F., Bogutskaya N. G., Orlova M. I., Zaitsev V. F., Reznik S. Ya. Biologicheskie invazii v vodnykh i

nazemnykh ekosistemakh [Biological invasions in aquatic and terrestrial ecosystems]. Moscow: KMK, 2004. 436 p.

Al'tov A. V., Vorob'eva N. K. Akvakul'tura Zapolya-rya i vozmozhnye puti ee intensivatsii [Aquaculture of the Arctic and possible ways of its intensification]. *Rybnoe khozyaistvo* [Fishery]. 2006. No. 1. P. 68–71.

Arendorenko G. A. Forelevodstvo v Karelii i puti ego razvitiya v basseine Onezhskogo ozera [Trout-breeding in Karelia and the ways of its development in the Lake Onega basin]. *Biol. osnovy ratsional'nogo ispol'zovaniya rybnikh resursov Onezhskogo oz. i povyshe-nie ego ryboproduktivnosti. Sb. nauch. tr. GosNIORKh* [Biol. bases of rational use of the fish resources of Lake Onega and increasing its fish productivity. Proceed. National Res. Inst. Lake River Fisheries]. 1984. Iss. 216. P. 69–73.

Chugunova N. I. Rukovodstvo po izucheniyu vozrasta i rosta ryb [Guide to the study of age and growth of fish]. Moscow: USSR Acad. of Sciences, 1959. 162 p.

Dgebuadze Yu. Yu., Chernova O. F. Cheshuya kostnykh ryb kak diagnosticheskaya i registriruyushchaya struktura [Bony fish scales as a diagnostic and recording structure]. Moscow: KMK, 2009. 315 p.

Kitaev S. P., Il'mast N. V., Mikhailenko V. G. Kumzhi, raduzhnaya forel', gol'tsy i perspektivy ikh ispol'zovaniya v ozerakh Severo-Zapada Rossii [Trout, rainbow trout, char and prospects for their use in the lakes of North-West Russia]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2005. 108 p.

Kitaev S. P., Il'mast N. V., Sterligova O. P. Metody otsenki biogennoi nagruzki ot forelevykh ferm na vodnye ekosistemy [Methods for estimating the nutrient load from trout farms on aquatic ecosystems]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2006. 40 p.

Kuchko Ya. A. Vliyanie forelevogo khozyaistva na soobshchestva zooplanktona ozerno-rechnoi sistemy [Effect of trout farming on zooplankton communities of the lake-river system]: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. Petrozavodsk, 2004. 26 p.

Lakin G. F. Biometriya [Biometrics]. Moscow: Vysshaya shkola, 1990. 352 p.

Ozera Karelii. Spravochnik [Lakes of Karelia. A Handbook]. Eds. N. N. Filatov, V. I. Kukharev. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2013. 464 p.

Onishchenko N. A., Onishchenko I. N., Shustov Yu. A., Dzyubuk I. M., Mamontova O. V., Klyukina E. A. Osobennosti rosta rechnogo okunya (*Perca fluviatilis* L.) v zone sadkov forelevogo khozyaistva (Respublika Kareliya) [Features of growth of river perch (*Perca fluviatilis* L.) in the zone of trout farms (Republic of Karelia)]. *Uchenye zapiski PetrGU* [Proceed. Petrozavodsk St. Univ.]. 2016. No. 42(157). P. 59–63.

Pavlov D. S., Striganova B. R. Biologicheskie resursy Rossii i osnovnye napravleniya fundamental'nykh issledovaniy [Biological resources of Russia and the basic directions of fundamental research]. *Fund. osnovy upravleniya biol. resursami* [Fund. bases of biol. resources management]. Moscow: KMK, 2005. P. 4–20.

Pravdin I. F. Rukovodstvo po izucheniyu ryb [Guidelines on fish studying]. Moscow: Pishch. prom., 1966. 376 p.

Reshetnikov Yu. S., Popova O. A., Sterligova O. P., Titova V. F., Bushman L. G., Ieshko E. P., Makarova N. P., Malachova R. P., Pomazovskaya I. V., Smir-

nov Yu. A. Izmenenie struktury rybnogo naseleniya evtrofiruemogo vodoema [Changes in the structure of the fish population in an eutrophied reservoir]. Moscow: Nauka, 1982. 248 p.

Ryzhkov L. P. Sostoyanie i vozmozhnosti akvakul'tury na Evropeiskom Severe [State and possibilities of aquaculture in the European North]. *Probl. vosproizvodstva, kormleniya i bor'by s boleznyami ryb pri vyrashchivaniy v iskusstvennykh usloviyakh* [Probl. of reproduction, feeding, and combating fish diseases when grown in artificial conditions]. Petrozavodsk: PetrSU, 2002. P. 14–21.

Ryzhkov L. P., Onishchenko I. N., Onishchenko N. A., Shustov Yu. A. Osobennosti raspredeleniya aborigennykh ozernykh ryb v zone vliyaniya forelevoy fermy [Features of the distribution of aboriginal lake fish in the zone of influence of a trout farm]. *Uchenye zapiski PetrGU* [Proceed. Petrozavodsk St. Univ.]. 2014. No. 2(139). P. 23–29.

Smirnov A. F. Rybolovstvo na Syamozere [Fishing on the Syamozero]. *Tr. Karelskogo gos. pedagogicheskogo inst.* [Proceed. Karelian Pedagogical Inst.]. 1939. Vol. 1. P. 127–168.

Sovremennoe sostoyanie vodnykh ob'ektov Respubliki Kareliya. Po rezul'tatam monitoringa 1992–1997 gg. [The current state of water bodies of the Republic of Karelia. According to the results of the monitoring of 1992–1997]. Eds. N. N. Filatov, T. P. Kulikova, P. A. Lovzovik. Petrozavodsk: KarRC RAS, 1998. 188 p.

Sterligova O. P., Pavlov V. N., Il'mast N. V., Pavlovskii S. A., Komulainen S. F., Kuchko Ya. A. Ekosistema Syamozera (biologicheskii rezhim i ispol'zovanie) [Lake Syamozero ecosystem (biological regime and use)]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2002. 119 p.

Sterligova O. P., Il'mast N. V., Savosin D. S. Kruglorotyie i ryby presnykh vod Karelii [Cyclostomata and freshwater fish of Karelia]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2016. 224 p.

Sterligova O. P., Il'mast N. V., Kuchko Ya. A., Komulainen S. F., Savosin E. S., Baryshev I. A. Sostoyanie presnovodnykh vodoemov Karelii s tovarnym vyrashchivaniem raduzhnoi foreli v sadkakh [The condition of freshwater bodies in Karelia with commercial growth of rainbow trout in cages]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2018. 127 p.

Titova V. F., Sterligova O. P. Ikhtiofauna [Ichthyofauna]. *Syamozero i perspektivy ego rybokhozyaistvenno-go ispol'zovaniya* [Syamozero and the prospects for its fisheries use]. Petrozavodsk: Karelian Branch of USSR Acad. of Sciences, 1977. P. 125–185.

Urbakh V. Yu. Biometricheskie metody [Biometric methods]. Moscow: Nauka, 1964. 415 p.

Veber D. G., Kozhina E. S., Potapova O. I., Titova V. F. Materialy po biologii osnovnykh promyslovykh ryb Syamozera [Materials on the biology of the main commercial fish of Lake Syamozero]. *Tr. Syamozerskoi kompleksnoi ekspeditsii* [Proceed. Lake Syamozero integrated expedition]. 1962. Vol. 2. P. 82–113.

Dgebuadze Yu. Yu. Invasions of alien species in Hol- arctic: some results and perspective of investigations. *Russ. J. Biol. Invasions*. 2014. Vol. 5, no. 2. P. 61–64.

Il'mast N. V., Sterligova O. P. Results of introduc- tion of new fish species into Lake Munozero (southern

Karelia). *Russ. J. Biol. Invasions*. 2016. Vol. 7, no. 4. P. 333–339.

Kriksunov E. A., Bobyrev A. E., Burmenskii V. A. Resource availability and its role in development of invasion processes. *Biol. Bull. Rev.* 2011. Vol. 1, no. 1. P. 57–70.

Sterligova O. P., Ilmast N. V. Species-colonizers in the water systems of Karelia. *J. Ichthyology*. 2009. Vol. 49, no. 4. P. 331–338.

Received August 01, 2019

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

### **Милянчук Николай Петрович**

стажер-исследователь лаб. экологии рыб и водных беспозвоночных  
Институт биологии КарНЦ РАН,  
Федеральный исследовательский центр  
«Карельский научный центр РАН»  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,  
Россия, 185910  
эл. почта: milyanchuk90@mail.ru  
тел.: (8142) 561679

### **Ильмаст Николай Викторович**

заведующий лаб. экологии рыб и водных беспозвоночных,  
д. б. н.  
Институт биологии КарНЦ РАН,  
Федеральный исследовательский центр  
«Карельский научный центр РАН»  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,  
Россия, 185910  
эл. почта: ilmast@mail.ru  
тел.: (8142) 561679

### **Стерлигова Ольга Павловна**

главный научный сотрудник лаб. экологии рыб и водных беспозвоночных, д. б. н.  
Институт биологии КарНЦ РАН,  
Федеральный исследовательский центр  
«Карельский научный центр РАН»  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,  
Россия, 185910  
эл. почта: o.sterligova@yandex.ru  
тел.: (8142) 561679

### **Распутина Елена Николаевна**

научный сотрудник лаб. экологии рыб и водных беспозвоночных, к. б. н.  
Институт биологии КарНЦ РАН,  
Федеральный исследовательский центр  
«Карельский научный центр РАН»  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,  
Россия, 185910  
эл. почта: rasputina-17@yandex.ru  
тел.: (8142) 561679

### **Филатов Иван Васильевич**

аспирант  
Петрозаводский государственный университет  
пр. Ленина, 33, Петрозаводск, Республика Карелия,  
Россия, 185910  
эл. почта: filatow.ivan93@yandex.ru  
тел.: (8142) 711075

## CONTRIBUTORS:

### **Milyanchuk, Nikolai**

Institute of Biology, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia  
e-mail: milyanchuk90@mail.ru

### **Ilmast, Nikolai**

Institute of Biology, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia  
e-mail: ilmast@mail.ru

### **Sterligova, Olga**

Institute of Biology, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia  
e-mail: o.sterligova@yandex.ru

### **Rasputina, Elena**

Institute of Biology, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia  
e-mail: rasputina-17@yandex.ru

### **Filatov, Ivan**

Petrozavodsk State University  
33 Lenin Ave., 185910 Petrozavodsk, Russia  
e-mail: filatow.ivan93@yandex.ru